

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-131129

(43)Date of publication of application : 08.05.2003

(51)Int.Cl.

G02B 15/163

G02B 13/18

G02B 13/22

(21)Application number : 2001-323615

(71)Applicant : NITTO KOGAKU KK

(22)Date of filing : 22.10.2001

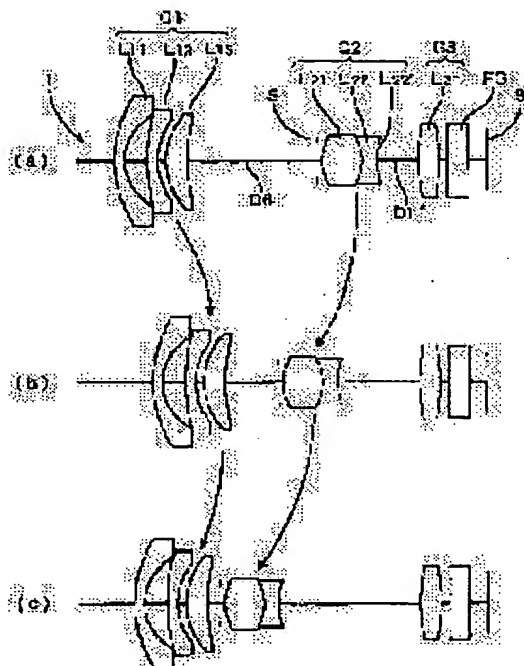
(72)Inventor : SHIMIZU KAZUNAGA

(54) ZOOM LENS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a compact and inexpensive zoom lens made the most suitable for a digital still camera using an imaging device such as a CCD and having a variable power ratio being about 3.

SOLUTION: This zoom lens 1 consisting of three groups, that is, negative, positive and positive groups is the compact zoom lens having sufficient image forming performance with simple constitution consisting of seven or less lenses by adopting at least one aspherical lens in 1st and 2nd lens groups respectively. Since the aberration compensating ability of the 1st and the 2nd lens groups can be made high, the power distribution of the respective lens groups can be made more suitable for realizing telecentricity on the image side.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-131129

(P2003-131129A)

(43)公開日 平成15年5月8日(2003.5.8)

(51)Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テーム(参考)
G 0 2 B	15/163	G 0 2 B	2H087
	13/18		
	13/22		

審査請求 未請求 請求項の数4

O L

(全11頁)

(21)出願番号 特願2001-323615(P2001-323615)

(22)出願日 平成13年10月22日(2001.10.22)

(71)出願人 000227364

日東光学株式会社

長野県諏訪市大字湖南4529番地

(72)発明者 清水 一長

長野県諏訪市大字湖南4529番地 日東光学株式会社内

(74)代理人 100102934

弁理士 今井 彰

F ターム(参考) 2H087 KA03 NA02 PA05 PA06 PA18

PB06 PB07 QA02 QA07 QA17

QA22 QA25 QA34 QA42 QA45

RA05 RA12 RA36 RA42 SA14

SA16 SA19 SA62 SA63 SA74

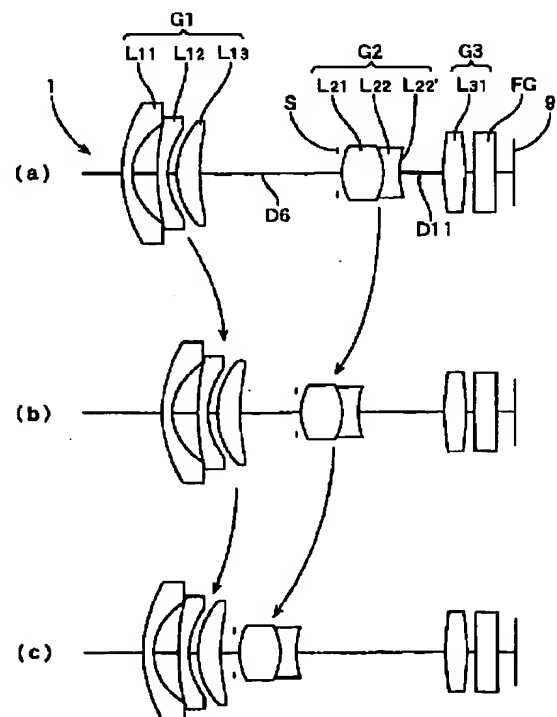
SB04 SB13 SB14 SB22

(54)【発明の名称】ズームレンズ

(57)【要約】

【課題】 CCDなどの撮像素子を用いたデジタルスチルカメラに最適な変倍比が3倍程度の小型で安価なズームレンズを提供する。

【解決手段】 負-正-正の3群のズームレンズ1において、第1および第2のレンズ群のそれぞれに少なくとも1枚の非球面レンズを採用することにより、ズームレンズを7枚以下の簡易な構成で十分な結像性能を持ったコンパクトなズームレンズを提供できる。それと共に、第1および第2のレンズ群の収差補正能力を高くできるので、それぞれのパワー配分をさらに像側テレセントリックを実現するのに適したものに行うことができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体側から順に負の屈折力の第1のレンズ群と、正の屈折力の第2のレンズ群と、正の屈折力の第3のレンズ群とにより構成され、広角端から望遠端へ変倍する際に、前記第1および第2のレンズ群の空気間隔が減少し、前記第2および第3のレンズ群の空気間隔が増加するズームレンズにおいて、前記第1および第2のレンズ群は少なくとも1枚の非球面レンズをそれぞれ備えていることを特徴とするズームレンズ。

【請求項2】 請求項1において、前記第1のレンズ群は、物体側に凸の負のメニスカスレンズと、物体側の凸の正のメニスカスレンズもしくは両凸の正レンズとの2枚構成、または、物体側に凸の負のメニスカスレンズと、物体側に凸の負のメニスカスレンズと、物体側の凸の正のメニスカスレンズもしくは両凸の正レンズとの3枚構成であり、

前記第2のレンズ群は、少なくとも1枚の正レンズおよび負レンズを含む2枚または3枚構成であるズームレンズ。

【請求項3】 請求項2において、前記第2のレンズ群は、1組の接合レンズを備えているズームレンズ。

【請求項4】 請求項2において、前記第3のレンズ群は、物体側の凸の正のメニスカスレンズまたは両凸レンズの一枚構成であるズームレンズ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、CCDなどの撮像素子に被写体像を結像するのに適したズームレンズに関するものである。

【0002】

【従来の技術】最近、デジタルスチルカメラ等の小型軽量化の要求に伴って、小型の撮像用ズームレンズが提供されている。例えば、特開平5-107475号および特開平8-129132号には、物体側から順に正の第1群、負の第2群、正の第3群を有し、第2群、第3群を移動させて変倍を行い、第1群は固定群の3群構成のズームレンズが開示されている。また、特開平4-217219号および特開平7-261083号には、物体側から順に負の第1群、正の第2群、正の第3群を有し、第1群、第2群を移動させて変倍を行うズームレンズが開示されている。

【0003】これら3群構成のズームレンズは、簡易な構成なので全長を短くでき、また、最も物体側のレンズ径である前玉径を小径にすることによりズームレンズ全体をコンパクトに纏めることができる。そして、ズーム比は2~3倍程度が得られる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】近年、CCDなどの撮像素子により像を記録するデジタルスチルカメラが開発

され、多く用いられている。このデジタルスチルカメラの場合、ダイナミックレンジが狭く、しかも静止画であるので、ビデオカメラレンズや銀塩写真レンズに比べてCCDの特性に合わせて射出瞳位置を像面から十分遠方にした設計を行い像側をテレセントリックまたはそれに近い特性にすることが好ましい。さらに、周辺光量比を十分に確保してシェーディングを避ける必要がある。もちろん、前玉径はできるだけ小さくしてコンパクトで製造コストの低いズームレンズである必要がある。

- 10 【0005】像側をテレセントリックにするためには、特開平5-107475号および特開平8-129132号に記載されている正-負-正という構成よりも、特開平4-217219号および特開平7-261083号に記載されている負-正-正というレトロフォーカスタイプの構成が適している。また、正の第1群が先行するズームレンズは、負の第1群が先行するズームレンズに比較し、広角端での画角を大きくするのが困難であり、十分な周辺光量比を確保してシェーディングを防ぐためには前玉径を大きくせざるをえず、レンズシステムが大型になる。

- 20 【0006】特開平4-217219号および特開平7-261083号に記載されているレンズシステムは、十分な結像性能は確保しているものの構成枚数が10枚から8枚と多く、レンズシステムの全長が長い。また、テレセントリック性が十分でない。十分なテレセントリック性を得るために、射出瞳位置を像面から十分遠方にした設計を行う必要があり、そのためには、第1群の負のパワーを十分に大きくし、第2群の正のパワーを小さくする必要があるが、第1群の負のパワーを大きくしすぎると歪曲が補正できなくなり、第2群の正のパワーが小さすぎると変倍作用が小さくなってレンズ長が長くなり、さらに第2群による収差補正が不十分になってしまうからである。したがって、第1群のパワーをある程度に抑え、第2群のパワーも確保し、さらに、収差補正のために多数のレンズを配置するという構成から逃れられない設計になっている。また、そのような制限された条件で設計しているために、テレセントリック性が不十分で、周辺光量比も不十分であり、コンパクトでもなく、デジタルスチルカメラに最適な性能のレンズシステムを提供することができない。

- 30 【0007】そこで、本発明においては、上記の問題点を解決すると共に、画角が60°以上で明るく、全変倍範囲にわたり収差が良好に補正され、さらに、コンパクトで製造コストを抑えた、小型のデジタルスチルカメラに好適なズームレンズを提供することを目的としている。

【0008】

- 40 【課題を解決するための手段】このため、本発明のズームレンズにおいては、第1および第2のレンズ群のそれぞれに非球面レンズを導入し、各々のレンズ群の収差補

正能力を向上することにより、第1および第2のレンズ群のパワーを十分なテレセントリック性と周辺光量比が確保できるように設計できるようにしている。すなわち、物体側から順に負の屈折力の第1のレンズ群と、正の屈折力の第2のレンズ群と、正の屈折力の第3のレンズ群とにより構成され、広角端から望遠端へ変倍する際に、第1および第2のレンズ群の空気間隔が減少し、第2および第3のレンズ群の空気間隔が増加する本発明のズームレンズにおいては、第1および第2のレンズ群が少なくとも1枚の非球面レンズをそれぞれ備えていることを特徴としている。

【0009】第1および第2のレンズ群に非球面レンズを導入することにより、少ない枚数で高い収差補正能力を得ることができる。したがって、第1のレンズ群のパワーを上げ、第2のレンズ群のパワーを下げて射出瞳位置を像面から十分遠方にした設計として像側が十分にテレセントリックとなったズームレンズを提供することが可能となる。このため、CCDなどの撮像素子を採用したデジタルカメラに好適なズームレンズを提供できる。

【0010】さらに、第1および第2のレンズ群に非球面レンズを採用することにより、第1および第2のレンズ群を構成するレンズ枚数をさらに少なくすることが可能である。したがって、第1のレンズ群は、物体側に凸の負のメニスカスレンズと、物体側の凸の正のメニスカスレンズもしくは両凸の正レンズとの2枚構成、または、物体側に凸の負のメニスカスレンズと、物体側に凸の負のメニスカスレンズと、物体側の凸の正のメニスカスレンズもしくは両凸の正レンズとの3枚構成とすることができる。一方、第2のレンズ群は、少なくとも1枚の正レンズおよび負レンズを含む2枚または3枚構成にすることができる。そして、第3のレンズ群は、物体側の凸の正のメニスカスレンズまたは両凸レンズの一枚構成にできるので、全体が5枚から7枚構成の非常に簡易でコンパクトなズームレンズシステムを本発明により提供できる。

【0011】さらに、第2のレンズ群は、偏心などの製造誤差に最も敏感な群となるので、1組の接合レンズを正レンズおよび負レンズの組み合わせとして採用することが好ましい。接合レンズを採用することにより、第2のレンズ群を組み立てる際の構成要素を減ずることができるので、部品精度や組み立て精度の影響を排除することができ、低コストでもある。

【0012】

【発明の実施の形態】（第1の実施例）図1（a）に本発明の3群のズームレンズシステム1の広角端（短焦点距離端）のレンズ配置を示し、図1（c）に望遠端（長焦点距離端）のレンズ配置を示し、さらに、図1（b）に中間状態のレンズ配置を示してある。本例のズームレンズ1は、物体側から焦点面9（像側）に向かって3つのレンズ群G1、G2およびG3にグループ分けされた

6枚のレンズにより構成されている。最終の平行ガラスFGは光学的ローパスフィルタである。

【0013】最も物体側に位置する第1のレンズ群G1は全体として負の屈折力を備えており、物体側から順に、物体側に凸の負のメニスカスレンズL11と、物体側に凸の負のメニスカスレンズL12と、物体側に凸の正のメニスカスレンズL13の3枚のレンズにより構成されている。この第1のレンズ群G1は、広角端から中間状態への変倍中は一体となって焦点面9の側に移動し、中間状態から望遠端への変倍中は一体となって物体側に移動する。

【0014】第2のレンズ群G2は全体として正の屈折力を備えており、正の両凸レンズL21と、負の両凹レンズL22とにより構成されている。レンズL22は焦点面9の側が薄い樹脂層L22'により非球面となったハイブリッドタイプの非球面レンズである。この第2のレンズ群G2は、広角端から望遠端への変倍中は物体側に移動する。また、第2のレンズ群G2の物体側が絞りSとなっており、第2のレンズ群G2と共に移動する。

【0015】第3のレンズ群G3は、全体として正の屈折力を備えており、正の両凸レンズL31で構成されている。この第3のレンズG3は、広角端から望遠端への変倍中は移動しない。

【0016】このレンズシステム1においては、まず、第1のレンズ群G1が物体側に凸の負のメニスカスレンズL11が、最も径が大きくなる最も物体側に位置するリーディングレンズとなっている。物体側に凸面を向けた負のメニスカスレンズは、最も画角を大きく確保できるレンズであり、この構成を採用することにより、最も小径で画角が大きく、さらに周辺光量比の大きなレンズシステムにすることができる。さらに、2番目の負のメニスカスレンズL12の物体側の面が非球面になっている。したがって、歪曲収差などの補正能力が高く、第1のレンズ群G1のパワーを上げて良好に収差を補正することができる。また、この第1のレンズ群G1は、広角端から望遠端への変倍時に、いったん像面側に移動し途中で物体側に反転移動して効果的に収差補正を行うようになっている。

【0017】第2のレンズ群G2は、正レンズL21および負レンズL22の2枚構成であるが接合レンズを採用しているので、実質的には一枚構成である。したがって、製造誤差や組み立て誤差を最も低く抑えることが可能である。第2のレンズ群G2では光束が絞られるので、本レンズシステム1の中で最も偏心などの製造誤差に敏感なところとなっているが、このように構成枚数を実質的に減らすことにより、製造コストを低減できると共に、製品精度を向上し、結像性能の良いレンズシステムとしている。第2のレンズ群G2においても、2番目のレンズL22の焦点面9の側が非球面になっている。したがって、本例の第2のレンズ群G2は少ない枚数で

あるが収差補正能力は高い。

【0018】本例の第3のレンズ群G3は、変倍時に固定され、CCDなどの撮像素子とレンズシステム1との距離が変倍中に一定に保たれ、CCDなどを用いた撮影光学系に対して像側テレセントリックを達成するためのフィールドレンズとしての機能を果たす。また、第3のレンズ群G3を固定するため、第3のレンズ群G3は、レンズ全体の収差性能に対して比較的関与しない設計となっている。ただし、収差性能に影響を及ぼさないというのではなく、第1および第2のレンズ群の強い屈折力から発生する諸収差を抑える役割を担っている。

*

レンズデータ (No. 1)

No.	R	D	nd	νd	
1	15.361	1.10000	1.48749	70.44	レンズL11
2	6.268	2.70000			
3(AS)	41.066	1.10000	1.74330	49.33	レンズL12
4	7.931	1.05000			
5	8.662	2.45000	1.74077	27.76	レンズL13
6	21.129	D6			
7	INF	0.50000			絞りS
8	6.548	4.40000	1.80420	46.50	レンズL21
9	-6.548	1.70000	1.74077	27.76	レンズL22
10	9.272	0.05000	1.51540	52.85	レンズL22'
11(AS)	10.968	D11			
12	27.371	2.30000	1.80420	46.50	レンズL31
13	-27.371	1.00000			
14	INF	2.30000	1.51680	64.20	平行ガラスFG
15	INF				

第3面は非球面であり、その非球面係数は以下の通りである。

$$K = 6.65413$$

$$A = 0.089700 \times 10^{-4}, B = 0.33318 \times 10^{-6}$$

$$C = 0.61841 \times 10^{-7}, D = -0.72189 \times 10^{-10}$$

ただし、非球面は、 x を光軸方向の座標、 y を光軸と垂直方向の座標、光の進行方向を正とし、 r を近軸曲率半径とし、上記の係数 K 、 A 、 B 、 C 、 D を用いて次式で※表される。

【0021】

$$x = (y^2/r) / [1 + \{1 - (1 + K)(y^2/r^2)\}^{1/2}] + Ay^4 + By^6 + Cy^8 + Dy^{10} \dots (1)$$

第11面も非球面であり、その非球面係数は以下の通りである。

$$K = 3.86322$$

$$A = 0.23464 \times 10^{-2}, B = -0.53080 \times 10^{-5}$$

$$C = 0.35534 \times 10^{-4}, D = -0.30328 \times 10^{-6}$$

変倍中の値は次の通りである。

ズーム状態	広角端	中間	望遠端
焦点 f (mm)	5.77	10.00	16.30
FNo	2.74	3.53	4.72
距離D6 (mm)	14.774	6.029	1.459
距離D11 (mm)	4.734	9.226	15.950
レンズシステム全長 (mm)	42.0	37.7	39.9
バックフォーカス長 (mm)	5.14	5.14	5.14
画角 (degree)	32.3	19.5	12.2

*【0019】以下に示すレンズデータにおいて、 R_i は物体側から順番に並んだ各レンズの曲率半径 (mm)、 D_i はスクリーン側から順番に並んだ各レンズ面の間の距離 (mm)、 nd_i は物体側から順番に並んだ各レンズの屈折率 (d線)、 νd_i は物体側から順番に並んだ各レンズのアッペ数 (d線)を示す。また、 f は本例のズームレンズ1の合成焦点距離、FNoはFナンバーを示す。また、ASは非球面であることを示し、INFは平面であることを示す。

【0020】

像面から射出瞳位置 (mm) -21.8
周辺光量比 (%) 71.9

-57.4 136.7
85.2 81.4

図2に、このズームレンズの広角端(a)、望遠端(c)および中間(b)における球面収差、非点収差および歪曲収差を示してある。球面収差は、656.27nm(破線)、567.56nm(実線)および435.63nm(一点鎖線)の各波長における値を示している。これらの図に示してあるように、本例のズームレンズ1の縦収差は、広角端から望遠端にわたり、±0.1mm程度の範囲に収まり、6枚構成のレンズシステムでありながら、従来の10枚程度のレンズシステムに勝るとも劣らない、優れた収差性能を示している。

【0022】また、第1、第2および第3のレンズ群がそれぞれ負-正-正のパワーを備えたレトロフォーカスタイプのズームレンズで、第1および第2のレンズ群のそれぞれが非球面レンズ(本例では、L12およびL22)を備えている。このため、第1のレンズ群のパワーを十分に強くし、第2のレンズ群のパワーを抑制してもこのような良好な収差性能が得られるので、射出瞳位置を像面から十分遠方にした設計が採用され像側のテレセントリック性も十分なズームレンズとなっている。

【0023】また、本例のズームレンズ1は、6枚構成という簡易なシステムなので、広角端のFNoが2.7*
レンズデータ (No. 2)

No.	R	D	nd	vd	
1	20.767	1.10000	1.56384	60.83	レンズL11
2	6.938	1.46518			
3(AS)	13.911	1.10000	1.70200	40.20	レンズL12
4	6.384	2.12973			
5	8.489	2.45000	1.80518	25.46	レンズL13
6	13.723	D6(可変)			
7	INF	0.50000			絞りS
8(AS)	7.113	4.60000	1.80420	46.50	レンズL21
9	-5.032	1.00000	1.69895	30.05	レンズL22
10(AS)	10.205	D10(可変)			
11	9.282	2.40000	1.48749	70.44	レンズL31
12	-115.402	1.00000			
13	INF	2.30000	1.51680	64.20	平行ガラスFG
14	INF				

第3面、第8面および第10面は非球面であり、その非球面係数は以下の通りである。

第3面、K=0.00000

A=0.23466×10⁻³、B=0.15668×10⁻⁶

C=0.84954×10⁻⁷、D=0.88735×10⁻⁹

第8面、K=0.00000

A=0.59367×10⁻⁴、B=-0.27188×10⁻⁴

C=0.42219×10⁻⁵、D=-0.29604×10⁻⁶

第10面、K=-1.00000

A=0.18370×10⁻²、B=-0.63173×10⁻⁴

C=0.29198×10⁻⁴、D=-0.22413×10⁻⁵

*4と非常に明るい。そして、前玉径が14.0mmと小さく全長が40mm前後でありながら、3倍程度の倍率と、80%前後の周辺光量比と、広角端で32度以上という大きな画角が得られる非常にコンパクトなズームレンズとなっている。

【0024】(第2の実施例)図3(a)に本発明の異なる例のズームレンズシステム1の広角端のレンズ配置を示し、図3(b)に中間状態のレンズ配置を示し、図3(c)に望遠端のレンズ配置を示してある。本例のズームレンズ1も、物体側から焦点面9に向かって正の屈折力の第1のレンズ群G1、負の屈折力の第2のレンズ群G2およびG3が並んだレンズシステムであり、第2のレンズ群G2を正レンズL21および負レンズL22の2枚のレンズの接合レンズとしている。したがって、全体は6枚構成であり、さらに簡易なレンズシステムとなっている。

【0025】また、本例のレンズシステム1では、第2のレンズ群G2の接合レンズの物体側のレンズL21の物体側の面と、像側のレンズL22の像側の面を非球面にしている。レンズデータは以下の通りである。

【0026】

変倍中の値は次の通りである。

ズーム状態	広角端	中間	望遠端
焦点f (mm)	5.77	10.00	16.30
FNo	2.71	3.51	4.72
距離D6 (mm)	14.107	5.642	1.235
距離D10 (mm)	5.220	10.352	18.089
レンズシステム全長 (mm)	41.4	38.0	41.4
バックフォーカス長 (mm)	5.30	5.30	5.30
画角 (degree)	32.3	19.7	12.2
像面から射出瞳位置 (mm)	-22.0	-63.2	100.6
周辺光量比 (%)	72.1	92.7	79.0

図4に、このズームレンズの広角端(a)、望遠端

(c)および中間(b)における球面収差、非点収差および歪曲収差を示してある。本例のズームレンズ1の諸収差も良好な範囲に収まっており、6枚構成と簡易な構成のコンパクトなレンズシステムでありながら、上記のズームレンズと同様に優れた収差性能を示している。また、上記のズームレンズと同様に、バックフォーカス長が長く、像側のテレセントリック性も十分であり、そして、前玉径が14.0mmと小さく全長が40mm前後でありながら、3倍程度の倍率と、80%前後の周辺光量比と、広角端で32度以上という大きな画角が得られる非常にコンパクトなズームレンズとなっている。

【0027】(第3の実施例)図5(a)に本発明の異なる例のズームレンズシステム1の広角端のレンズ配置*

を示し、図5(b)に中間のレンズ配置を示し、図5

(c)に望遠端のレンズ配置を示してある。本例のズームレンズ1も、物体側から焦点面9に向かって、負の屈折力の第1のレンズ群G1、正の屈折力の第2のレンズ群G2およびG3にグループ分けされており、第2のレンズ群G2が3枚構成となり、全体が7枚のレンズにより構成されている。その他の概略構成は上記の実施例のズームレンズと同様である。

【0028】第2のレンズ群G2は物体側に凸の正のメニスカスレンズL21が追加され、その後方に、正レンズL22と負レンズL23の接合レンズが配置されている。そして、負レンズL23の焦点面9の側が非球面となっている。レンズデータは以下の通りである。

【0029】

レンズデータ (No. 3)

No.	R	D	nd	vd	
1	17.196	1.00000	1.58913	61.25	レンズL11
2	6.151	2.15000			
3(AS)	31.684	1.00000	1.74330	49.33	レンズL12
4	7.877	1.10000			
5	8.374	2.60000	1.71736	29.50	レンズL13
6	22.801	D6 (可変)			
7	INF	0.50000			絞りS
8	5.667	2.20000	1.67790	50.55	レンズL21
9	20.277	0.25000			
10	-44.782	2.50000	1.77250	49.62	レンズL22
11	-4.306	1.00000	1.68893	31.16	レンズL23
12(AS)	55.120	D12 (可変)			
13	25.352	2.10000	1.48749	70.44	レンズL31
14	-17.925	1.00000			
15	INF	2.30000	1.51680	64.20	平行ガラスFG
16	INF				

第3面および第12面が非球面であり、それぞれの非球面係数は以下の通りである。

第3面、K=0.00000

A=0.12738×10⁻³、B=0.43960×10⁻⁵

C=-0.11279×10⁻⁶、D=0.35108×10⁻⁸

12面、K=0.00000

A=0.163727×10⁻²、B=0.501176×10⁻⁴

$$C = 0.419307 \times 10^{-5}, D = 0.623435 \times 10^{-7}$$

変倍中の値は次の通りである。

ズーム状態	広角端	中間	望遠端
焦点 f (mm)	5.77	10.00	16.30
F N o	2.78	3.56	4.72
距離 D 6 (mm)	14.103	5.532	1.000
距離 D 1 2 (mm)	4.745	10.028	17.851
レンズシステム全長 (mm)	42.0	38.7	42.0
バックフォーカス長 (mm)	6.75	6.75	6.75
画角 (degree)	32.1	19.5	12.1
像面から射出瞳位置 (mm)	-22.0	-51.0	653.2
周辺光量比 (%)	76.0	83.7	76.4

図6に、このズームレンズの広角端 (a)、望遠端

(c) および中間 (b) における球面収差、非点収差および歪曲収差を示してある。本例のズームレンズ1の諸収差も良好な範囲に収まっており、7枚構成のコンパクトなレンズシステムでありながら、優れた収差性能を示している。

【0030】また、上記と同様に、明るく、広角なズームレンズとなっている。さらに、本例のレンズシステムでは、前玉径が13.6mmとさらに小さくなっており、いっそうコンパクトなレンズシステムとなっている。また、バックフォーカスも6.75mmと長く、像側のテレセントリック性も良好である。

【0031】(第4の実施例) 図7(a)に本発明の異*
レンズデータ (No. 4)

No.	R	D	nd	vd	
1	21.473	1.20000	1.56883	56.04	レンズ L 1 1
2	6.218	2.10000			
3(AS)	24.409	1.00000	1.74330	49.33	レンズ L 1 2
4	7.756	1.20000			
5	8.664	2.50000	1.74077	27.76	レンズ L 1 3
6	21.835	D6 (可変)			
7	INF	0.50000			絞り S
8	5.704	2.40000	1.69350	50.79	レンズ L 2 1
9	15.454	0.30000			
10	213.536	2.30000	1.72000	50.34	レンズ L 2 2
11	-4.128	1.00000	1.68893	31.16	レンズ L 2 3
12(AS)	49.840	D12 (可変)			
13	17.330	2.20000	1.48749	70.44	レンズ L 3 1
14	-23.044	1.00000			
15	INF	2.30000	1.51680	64.20	平行ガラス F G
16	INF				

第3面および第12面が非球面であり、それぞれの非球面係数は以下の通りである。

第3面、 $K = 0.00000$

$$A = 0.14689 \times 10^{-3}, B = 0.61568 \times 10^{-5}$$

$$C = -0.17743 \times 10^{-6}, D = 0.49775 \times 10^{-8}$$

第12面、 $K = 0.00000$

$$A = 0.15920 \times 10^{-2}, B = 0.63229 \times 10^{-4}$$

*なる例のズームレンズシステム1の広角端のレンズ配置を示し、図7(b)に中間のレンズ配置を示し、さらに図7(c)に望遠端のレンズ配置を示してある。本例のズームレンズ1も、物体側から焦点面9に向かって、負の屈折力の第1のレンズ群G1、正の屈折力の第2のレンズ群G2およびG3が並んだ負-正-正のレンズシステムである。そして、第2のレンズ群G2は物体側に正のメニスカスレンズL21と接合レンズL22およびL23との組み合わせとなっている。また、第1のレンズ群G1のレンズL12の物体側の面と、第2のレンズ群G2のレンズL23の像側の面が非球面となっている。レンズデータは以下の通りである。

【0032】

$$C = 0.98936 \times 10^{-6}, D = 0.30676 \times 10^{-6}$$

変倍中の値は次の通りである。

ズーム状態	広角端	中間	望遠端
焦点 f (mm)	5.77	10.00	16.30
F N o	2.74	3.53	4.72
距離 D 6 (mm)	13.711	5.384	1.000
距離 D 1 2 (mm)	4.660	10.003	17.945
レンズシステム全長 (mm)	41.4	38.4	42.0
バックフォーカス長 (mm)	6.35	6.35	6.35
画角 (degree)	32.4	19.7	12.2
像面から射出瞳位置 (mm)	-23.1	-55.7	246.4
周辺光量比 (%)	77.0	84.7	77.1

図8に、このズームレンズの広角端 (a)、望遠端 (c) および中間 (b) における球面収差、非点収差および歪曲収差を示してある。本例のズームレンズ1の諸収差も良好な範囲に収まっており、7枚構成のコンパクトなレンズシステムでありながら、優れた収差性能を示している。また、本例のレンズシステム1も、前玉径が14.0mmと小さく全長が40mm前後でありながら、3倍程度の倍率と、80%前後の周辺光量比と、広角端で32度以上という大きな画角が得られる非常にコンパクトなズームレンズとなっている。そして、バックフォーカスも6.35mmと長く、像側のテレセントリック性も良好である。

【0033】

【発明の効果】以上に説明したように、本発明においては、負-正-正の3群のズームレンズにおいて、第1および第2のレンズ群のそれぞれに少なくとも1枚の非球面レンズを採用している。このため、ズームレンズを7枚以下の簡易な構成で十分な結像性能を持ったコンパクトなズームレンズを提供できる。それと共に、第1および第2のレンズ群の収差補正能力を高くできるので、それぞれのパワー配分をさらに像側テレセントリックを実現するのに適したものにすることができる。したがって、CCDなどの撮像素子を用いたデジタルスチルカメラに最適な変倍比が3倍程度の小型で安価なズームレンズを提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のズームレンズの構成を示す図であり、

広角端 (a)、中間 (b) および望遠端 (c) の各状態におけるレンズの配置を示す図である。

【図2】図1のレンズの縦収差図であり、広角端 (a)、中間 (b) および望遠端 (c) の各状態の収差を示す図である。

【図3】本発明のズームレンズの異なる例を示す図であり、広角端 (a)、中間 (b) および望遠端 (c) の各状態におけるレンズの配置を示す図である。

【図4】図3のレンズの縦収差図であり、広角端 (a)、中間 (b) および望遠端 (c) の各状態の収差を示す図である。

【図5】本発明のズームレンズの異なる例を示す図であり、広角端 (a)、中間 (b) および望遠端 (c) の各状態におけるレンズの配置を示す図である。

【図6】図5のレンズの縦収差図であり、広角端 (a)、中間 (b) および望遠端 (c) の各状態の収差を示す図である。

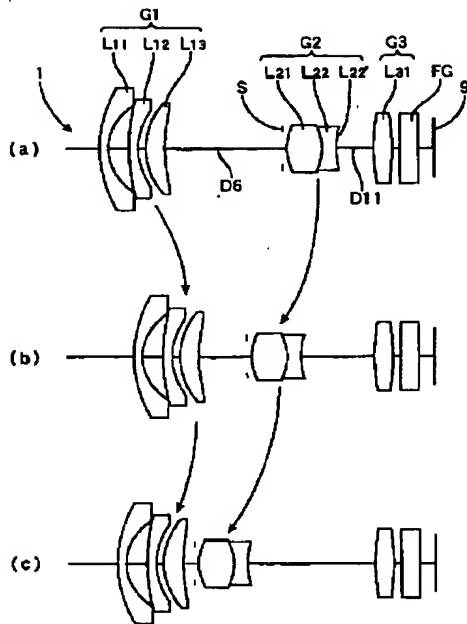
【図7】本発明のズームレンズの異なる例を示す図であり、広角端 (a)、中間 (b) および望遠端 (c) の各状態におけるレンズの配置を示す図である。

【図8】図7のレンズの縦収差図であり、広角端 (a)、中間 (b) および望遠端 (c) の各状態の収差を示す図である。

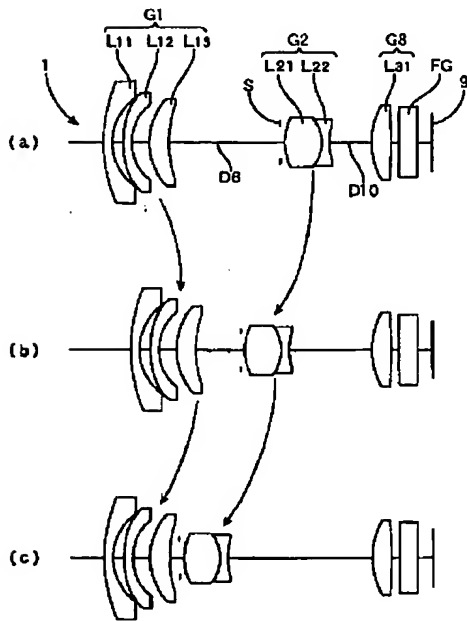
【符号の説明】

- 1 ズームレンズ
- 9 焦点面

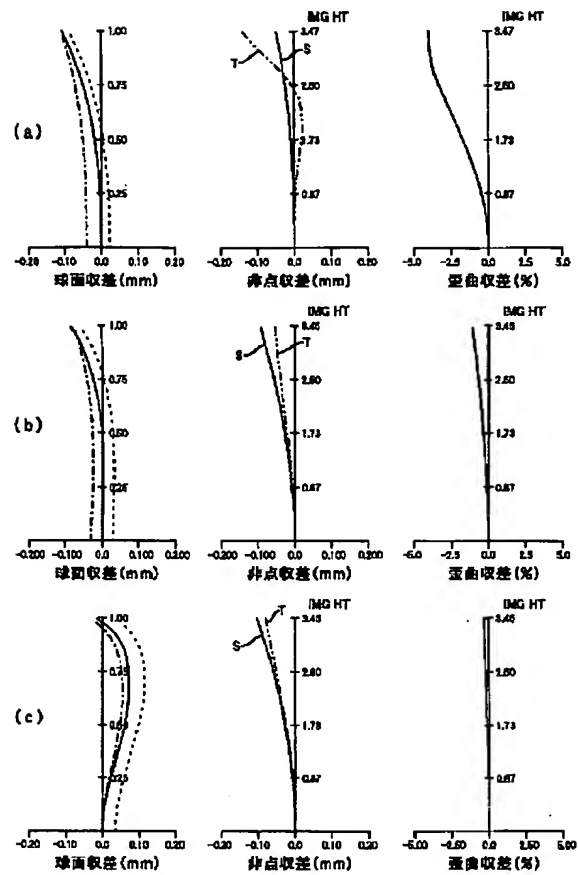
【図1】



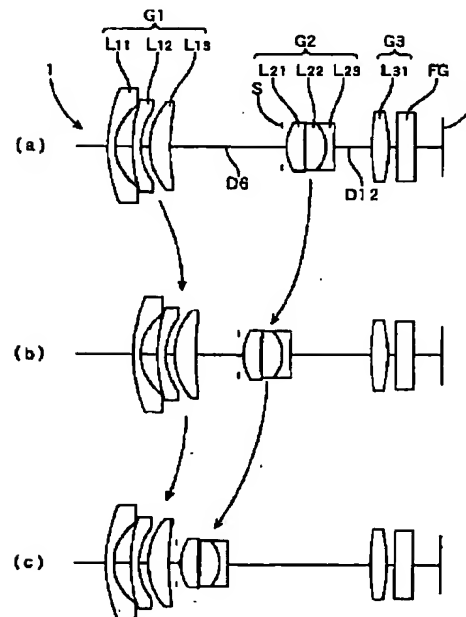
【図3】



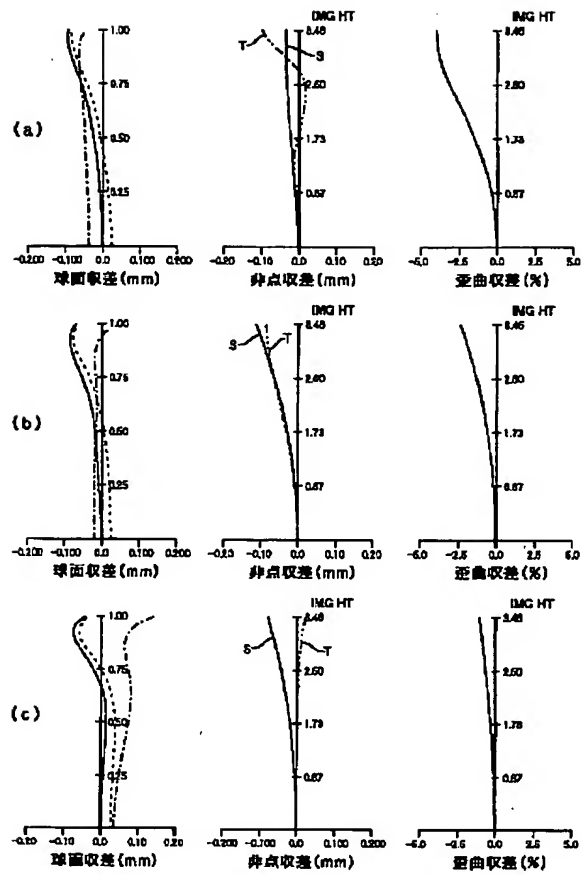
【図2】



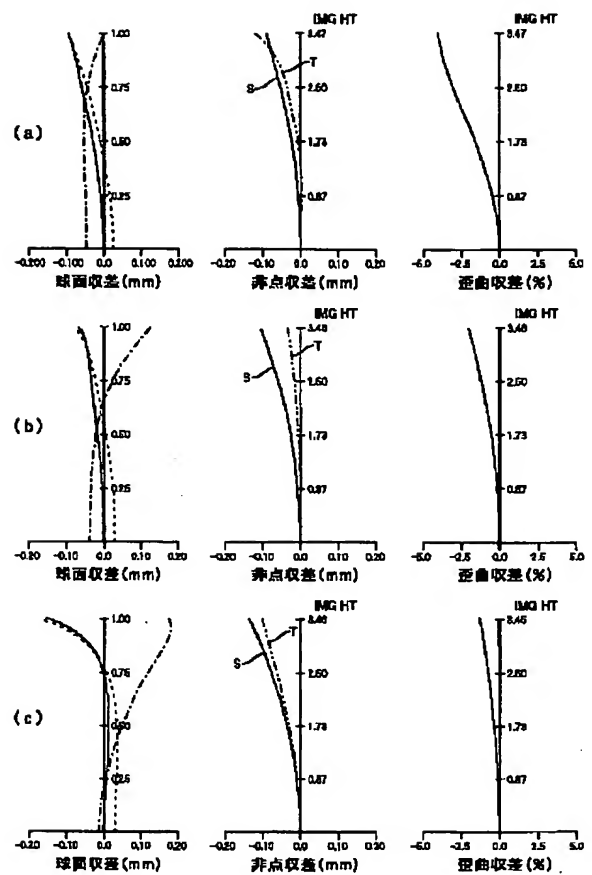
【図5】



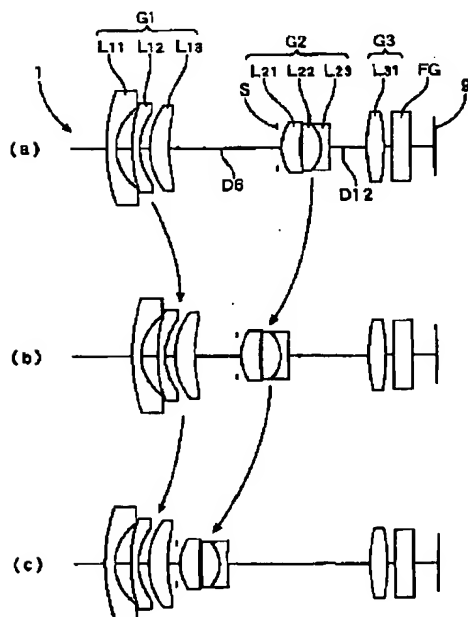
【図4】



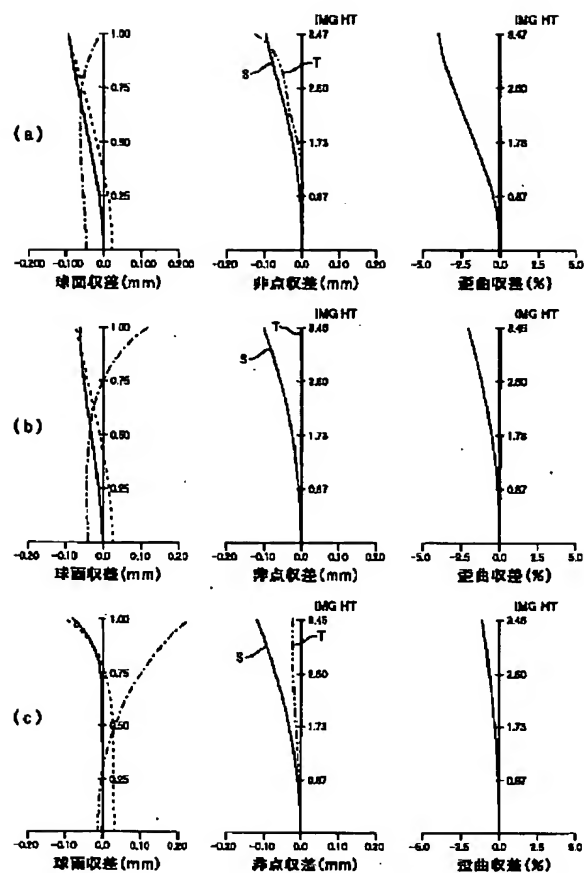
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H087 KA03 NA02 PA05 PA06 PA18
 PB06 PB07 QA02 QA07 QA17
 QA22 QA25 QA34 QA42 QA45
 RA05 RA12 RA36 RA42 SA14
 SA16 SA19 SA62 SA63 SA74
 SB04 SB13 SB14 SB22